

# Carsharing rendszerek szolgáltatási minőségét elemző és értékelő módszer

## – 1. rész: Alapfogalmak

A carsharing szolgáltatás (minőség, kompenzált multikritériumos módszer) célja a járművek időbeli kapacitás kihasználtságának növelése, aminek következtében kevesebb jármű és parkolóhely is elegendő ugyanazon mobilitási igényhez. A szolgáltatás bevezetésének és továbbfejlesztésének alapfeltétele a minőségi jellemzők feltárása és összehasonlítása az érintett szereplők elvárásaival.

**Csonka Bálint – Dr. Csiszár Csaba**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésüzemi és közlekedésgazdasági Tanszék  
e-mail: csonka.balint@mail.bme.hu, csiszar.csaba@mail.bme.hu

### 1. BEVEZETÉS

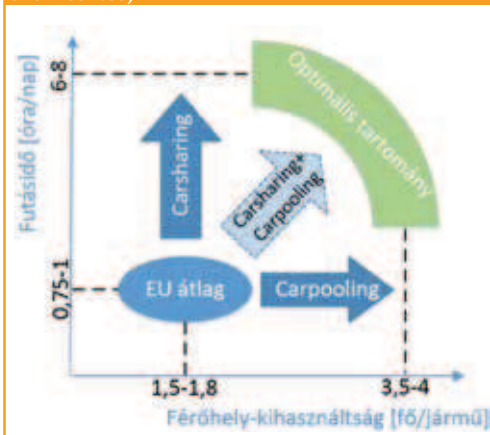
A városi személyközlekedésben a növekvő mobilitási igények a meglévő infrastruktúra kihasználásával, a **közösségi utazási módok előnyben részesítésével** elégíthetők ki. Az infokommunikációs technológia fejlődése jelentősen támogatja a korszerű utazási módokat. Ezzel egy időben a közlekedési szokások is változnak, illetve ez a változás elő is segíthető. Például a 18 és 29 év közötti fiatalok körében megfigyelhető, hogy a motorizált egyéni közlekedési mód részaránya csökken, míg a közösségi közlekedés és a nem motorizált egyéni közlekedési módok részaránya nő [1]. A megváltozott közlekedési szokásokhoz illeszkedik a carsharing (közösségi autók=közautó) szolgáltatás, amely a közösségi és az egyéni motorizált közlekedés előnyeit ötvözi. A személygépkocsik kapacitáskihasználása kétféle módon fokozható, amit az 1. ábra szemléltet:

- a futásidő növelésével (carsharing),
- az egyidejűleg szállított személyek számának növelésével (carpooling).

A kétféle mód ötvözésére ma még alig van példa.

A carsharing a „mobilitási paletta” egy eleme; a többi helyváltoztatási móddal együtt olyan rendszert alkot, amely az eddigi aktivitási formák megőrzését teszi lehetővé a környezetterhelés minimalizálása és az erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás mel-

1. ábra: Személygépkocsik kapacitáskihasználás növelésének módjai (forrás: saját szerkesztés)



lett. Bevezetésének előfeltétele: magas minőségű, a felhasználói (utazói) igényekhez illeszkedő szolgáltatás, kedvező díjakkal.

A carsharing szolgáltatás motorizációs mutatóra kifejtett hatását vizsgáló tanulmány eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. Általában megfigyelhető, hogy minél magasabb a carsharing szolgáltatási színvonal, annál inkább csökken a háztartásonkénti gépjárműszám [2]. Egy közautó 9-13 saját járművet

1. táblázat: Háztartásonkénti gépjárműszám csökkenésének mértéke carsharing tagság szerint [3]

Vizsgált helyszín	Háztartásonkénti gépjárműszám		
	Nem tagok	Tagok	Különbség [%]
USA	0,55	0,29	-52,7
Kanada	0,31	0,13	-41,9

is helyettesíthet [3], így az állóforgalom volumene is csökken.

A hagyományos közforgalmú közlekedés minőségi kérdéseivel számos cikk foglalkozik ([4], [5]); azonban a módszerek adaptálása a közforgalmú gépjármű-közlekedésre még nem történt meg. Ugyanakkor több tanulmány vizsgálta már a carsharing rendszer sikerességének feltételeit [6], [7], [8], [9]. A [10] cikkben egy olyan fuzzy osztályozó algoritmust dolgoztak ki, ami a szolgáltató és az ügyfél számára az optimális üzemeltetési rendszert határozza meg teljesítménymutatók alapján. Szintén az üzemeltetői döntéshozatal támogatja a [11] publikációban ismertetett diszkrét esemény szimuláció, ami segíti felderíteni a fejlesztendő területeket, és több megoldást is felkínál, hogy az igényeket a lehető legjobban kielégítsék. A [12] cikkben szolgáltatástípustól független gyakorlatokat javasolnak, aminek segítségével növelhető a carsharing rendszerek elfogadottsága és sikeressége. Egy másik publikáció a lakóhely jellemzői alapján határozza meg a potenciális felhasználók számát, ami segíti a megfelelő alkalmazási terület kiválasztását [13]. A kereslet megismerését, a carsharing használat mögött húzódó mélyebb fogyasztói szempontokat tárja fel a [14] cikk. Az irodalmi áttekintés során feltárt ismereteket beépítettük az értékelő módszerünkbe.

A carsharing rendszereknek számos típusa és üzemeltetési modellje terjedt el, amelyek alkalmazása a település nagyságától és az ott élő népesség közlekedési jellemzőitől függ.

- **Round-trip** típusú szolgáltatás: a kijelölt állomásokon lévő járműveket az utazás végén minden esetben vissza kell vinni a felvételi pontra.
- **One-way** típusú szolgáltatás: a round-trip-hez hasonlóan a járművek meghatározott állomásokon érhetők el, de az utazás végétől bármelyik állomáson letehető a jármű.
- **Free-floating** típusú szolgáltatás: a járművek egy kijelölt zónán belül található nem előre meghatározott parkolóhelyeken. A használat során a zónát

elhagyhatja a jármű, de azt minden esetben a zónán belül kell letenni.

Egy új rendszer bevezetése (vagy egy meglévő bővítése) tudományos igényességgel a következő **modellalkotási és módszerfejlesztési lépésekben** alaposítható meg:

- az utazási igény modell (eszközválasztás modellezése),
- a telepítési helyszínek megválasztásának módszere (a bővítés fokozatossága),
- a járműpark meghatározásának módszere,
- a szolgáltatási jellemzők meghatározásának módszere,
- az üzleti modell.

A jelenleg üzemelő rendszerek (best practices) multikritériumos elemzése, összehasonlítása az említett munkafázisok megalapozását szolgálja. Jelen cikkben a kutatásunk során kidolgozott **kompensált multikritériumos módszert** ismertetjük, amely alkalmas a carsharing rendszerek minőségi színvonalának meghatározására. A multikritériumos módszer nagy mennyiségű adatot kezel [15], továbbá mind a konkrét értékekkel jellemezhető hatások, mind pedig a nehezen, vagy egyáltalán nem számszerűsítható tényezők értékelhetők [16]. Vissza- (ex post) és előretekintő (ex ante) használatra egyaránt alkalmas [17], illetve a kompenzáció miatt az egyes jellemzőket különböző súllyal veszi figyelembe. Ugyanakkor vannak korlátozó tényezők is. Az eredmény jelentősen függ az elérhető információ mennyiségétől és struktúrájától, valamint az értékelők preferenciájától [15]. A módszer tulajdonságai miatt egyre nagyobb népszerűsége tesz szert a közlekedéssel kapcsolatos értékelések terén [18], [19], [20].

## 2. MINŐSÉGI ISMÉRVEK – MINŐSÉGI KATEGÓRIÁK

A carsharing szolgáltatás minőségét jellemző érték meghatározása a **minőségi ismérvek** alapján történik. Ezek lehetnek állandóak, illetve térben és/

vagy időben változóak. A minőségi ismérveket és azok értékelő számait a 2. táblázat foglalja össze. A közösségi közlekedésben a szubjektív jellemzők objektívvá tételéhez széles körben elfogadott normatívák állnak rendelkezésre. A normatívákat kis módosításokkal átültettük a carsharing rendszerekre.

Az eljárások közül a kompenzációs multikritérium-elemzést választottuk, ugyanis a súlyozott átlag lehetővé teszi a kritériumok eltérő fontosságának figyelembevételét. Az egységes pontozás érdekében az 1-től 5-ig terjedő skálát alkalmaztuk, ahol az 1 a legrosszabb és 5 a legjobb értékelés. Az elemzési eljárás megalkotása során cél volt a lehető legtöbb jellemzőnek a felhasználó szemszögéből történő értékelése.

A 2. ábra mutatja be a carsharing szolgáltatás időben és/vagy térben változó ismérveinek csoportosítását. A többi ismért állandónak tekinthető.

A kereslet nagysága is eltérő az egyes időszakokban [21], aminek következtében a legközelebbi szabad jármű átlagos távolsága ( $c_{11}$ ) nem állandó, így a carsharing szolgáltatás **minősége egy időben és térben változó dinamikus jellemző**. A dinamikus tulajdonságot alapvetően a kereslet időbeli ingadozása okozza, de a jármű belső ( $c_{32}$ ) és külső megjelenése ( $c_{41}$ ) a tisztaság miatt egyaránt dinamikus jellemző.

Az egy járműre jutó felhasználók/lakosok száma minőségi ismérvet kihagytuk az elemző módszertanból, ugyanis az arányszám és a szolgáltatás minősége között nem mutatható ki egyértelmű kapcsolat. Ezt támasztják alá a tapasztalatok is, mi-

szert az egy járműre jutó felhasználók/lakosok száma széles skálán mozog [22]. A  $c_{11}$  (legközelebbi szabad jármű átlagos távolsága) ismért értékelése bevezetés előtt álló rendszerek esetén nem egyértelmű. Szükséges meghatározni egy kihasználtság mutatót az egyes időszakokra, valamint one-way és free-floating típusú rendszereknél a járművek várható eloszlását is meg kell becsülni. Egyszerű becslési módszer alkalmazható, amelynek lényege: a várható szabad járművek számát a zónák között a zóna népességszáma és népsűrűsége alapján osztjuk el. Ez utóbbi két mutató összefügg a felhasználók számával. Az általunk alkalmazott számításokban a járművek 50%-át népességszám, a másik 50%-ot pedig a népsűrűség szerint osztottuk szét. Mindkét esetben az adott zóna jellemzőit viszonyítottuk az összes zóna aggregált jellemzőjéhez.

A minőségi ismérvek értékelő számainak meghatározásakor a felhasználók érdekeit vettük figyelembe. Például  $c_{11}$  megmutatja, hogy mennyit hajlandó gyalogolni a járműhöz egy átlagos felhasználó,  $c_{42}$  megmutatja a gépkocsi külső méretét. Az ideális jármű jellemzője, hogy „kívül kicsi, belül nagy”. Az üzemidő ( $c_{13}$ ) esetén az egyes időintervallumok súlyszámait a kereslet egy napon belüli ingadozása alapján határoztuk meg. Az időszakok súlyszáma a járműhasználat valószínűségének nagyságával egyenesen arányos;  $x$ ,  $y$ ,  $z$  mutatja az adott időintervallumokba eső üzemórákat. A férőhely, csomagter (  $c_{34}$  ) minőségi ismért esetén eltérő értékelést határoztunk meg, aminek okai a szolgáltatás típusától függő helyváltoztatási motivációk. Round-trip típusú szolgáltatás esetén elsősorban szabadidős tevékenység a fő motiváció, amit nagy kapacitású járművekkel lehet jól kiszolgálni.

2. ábra: Térben és időben változó minőségi ismérvek (forrás: saját szerkesztés)



2. táblázat: Minőségi ismérvek és azok értékelő számai (forrás: saját szerkesztés)

Minőségi ismerv					Értékelő szám				
csop.	c <sub>j</sub>	megnevezés			értékkészlet	p.			
rugalmasság	c <sub>0</sub>	szolgáltatás típusa one-way free-floating			round-trip	1			
					4				
					5				
rendelkezésre állás	c <sub>11</sub>	legközelebbi szabad jármű átlagos távolsága* d ≤ 250 m			d ≥ 800 m	1			
					5				
	c <sub>12</sub>	használati időtar- tam minimum és maximum értéke*		UT=MIN+MAX					
		MIN ≥ 1 óra		1					
		MIN ≤ 0,5 óra		3,5					
		MAX ≤ 4 óra		0					
		MAX ≥ 10 óra		1,5					
		MIN, MAX: használati idő alsó és felső határértéke.							
	c <sub>13</sub>	üzemidő*		OT=0,7x+6,7y+2z		1-5			
		OT ≤ 60		1					
		OT = 100		5					
		Üzemidő [óra]							
		0 és 7 óra között		x					
		7 és 20 óra között		y					
		20 és 24 óra között		z					
		lefoglalhatóság, rugalmasság		R=F+1/m		1-5			

Minőségi ismerv					Értékelő szám				
csop.	c <sub>j</sub>	megnevezés			értékkészlet	p.			
	c <sub>35</sub>	üa-al történő feltöltés körülményei*			S < 25%,	1			
					S ≥ 75%	4			
		üzemeltető végzi			5				
		S: településen igénybe vehető töltőállomások száma az összes- hez viszonyítva							
	parkolás körülményei	P [1..5]							
		Parkolóhely foglalás lehetősége			B=1,5				
		Parkolóhely foglalás nem lehetséges			B=0				
		Ph <sub>a</sub> : dedikált parkolóhelyek száma n <sub>x</sub> : járművek száma							
	egyéb teendők szüksé- gessége (pl. sérülések keresése, parkoló nyitása/zárása)	Felhasználók kikérde- zésével			1-5				

100

[illegible]

3. táblázat: Minőségi ismérvek minőségi kategóriákba sorolása (forrás: saját szerkesztés)

Minőségi kategóriák		Minőségi ismérvek
jelölés	megnevezés	
q <sub>1</sub>	kiszolgálási minőség	c <sub>0</sub>
		c <sub>11</sub>
		c <sub>12</sub>
		c <sub>13</sub>
		c <sub>21</sub>
		c <sub>31</sub>
		c <sub>41</sub>
q <sub>2</sub>	utazási minőség	c <sub>32</sub>
		c <sub>33</sub>
		c <sub>34</sub>
		c <sub>35</sub>
		c <sub>36</sub>
		c <sub>37</sub>
		c <sub>42</sub>
q <sub>3</sub>	kezelhetőség	c <sub>43</sub>
		c <sub>51</sub>
q <sub>4</sub>	környezetterhelés	c <sub>61</sub>
		c <sub>44</sub>

A rendszer kezelhetősége (c<sub>51</sub>) függ:

- a hálózat és tarifarendszer áttekinthetőségétől,
- a regisztrálás és díjfizetés körülményeitől,
- a jármű foglalás körülményeitől,
- a járműfedélzeti rendszerek kezelhetőségétől.

Az információs rendszer (c<sub>61</sub>) minőségét befolyásolják:

- a járművel kapcsolatos információk,
- a közúti közlekedéssel és parkolással kapcsolatos információk,
- a közösségi közlekedéssel kapcsolatos információk.

Azok a minőségi ismérvek, ahol a felhasználó bevonására nincs szükség, objektíven értékelhetők. Az értékelés módját a 2. táblázat mutatja be.

Az értékeléshez szükséges adatoknak három bemeneti forrása van:

- felhasználói jellemzők (c<sub>11</sub>, c<sub>32</sub>, c<sub>33</sub>, c<sub>37</sub>, c<sub>41</sub>, c<sub>51</sub>, c<sub>61</sub>),
- carsharing szolgáltatás jellemzői (mindegyik ismérven esetén),
- területi adottságok (c<sub>31</sub>).

Az Európai Unióban használt, a közösségi közlekedés minőségére vonatkozó egységes minőségi

szemléletmód alapján, a minőségi ismérvekből négy kategóriát képeztünk a carsharing rendszerekre vonatkozóan, amit a 3. táblázat mutat be.

Az alapfogalmak áttekintését az elemző és értékelő módszer részletes ismertetése követi a „Carsharing rendszerek szolgáltatási minőségét elemző és értékelő módszer - 2. rész: A módszer lépései és alkalmazása” című cikkben.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Kuhnimhof, T. G. – Wirtz, M.: Von der Generation Golf zur Generation Multimodal. Nahverkehr, Vol. 30, No. 10, 2012, pp. 7-12.
- [2] Celsor, C. - Millar-Ball, A: Where does carsharing work? Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2007, 19 p.
- [3] Martin, E. - Shaheen, S. A. – Lidicker, J.: Carsharing's Impact on Household Vehicle Holdings: Results from a North American Shared-use Vehicle Survey. URL: <http://www.carsharing.net/library/Martin-Shaheen-Lidicker-TRR-10-3437.pdf>, 2012, 18 p.
- [4] dell'Olio, L. - Ibeas, A. – Cecin, P.: The quality of service desired by public transport users. Transport Policy Vol. 18. Issue 1, 2011, pp. 217-227. (ISSN: 0967-070X)
- [5] Redman, L. – Friman, M. – Gärling, T. - Hartig, T.: Quality attributes of public transport that attract car users: A research review (2013). Transport Policy Vol. 25. pp. 119-127. (ISSN: 0967-070X)
- [6] Krumke, S. O.: Models and Algorithms for Carsharing Systems and Related Problems. Electronic Notes in Discrete Mathematics Vol. 44, 2013, pp. 201-206. (ISSN: 1571-0653)
- [7] Jorge, D. – Correia, G. – Barnhart, C.: Testing the validity of the MIP approach for locating carsharing stations in one-way systems. Procedia – Social and Behavioral Sciences Vol. 54, 2012, pp. 138-148. (ISSN: 1877-0428)
- [8] Correia, G. – Antunes, A.: Optimization approach to depot location and trip selection in one-way carsharing systems. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review Vol. 48, No. 1, 2012, pp. 233-247. (ISSN: 1366-5545)
- [9] Csiszár, Cs.: Telematikai alapon működő car sharing rendszer. Városi Közlekedés. XLIX.évf. 4.szám, pp. 213-220, Budapest, 2009.



- [10] Alfian, G. – Rhee, J. – Yoon, B.: A simulation tool for prioritizing product-service system (PSS) models in a carsharing service. Computers & Industrial Engineering Vol. 70, 2014, pp. 59-73. (ISSN: 0360-8352)
- [11] El Fassi, A. – Awasthi, A. – Viviani, M.: Evaluation of carsharing network's growth strategies through discrete event simulation. Expert Systems with Applications Vol. 39, No. 8, 2012, pp. 6692-6705. (ISSN: 0957-4174)
- [12] Kent, J. L. – Dowling, R.: Puncturing automobility? Carsharing practices. Journal of Transport Geography Vol. 32, 2013, pp. 86-92. (ISSN: 0966-6923)
- [13] Coll, M-H. – Vandersmissen, M-H. – Thériault, M.: Modeling spatio-temporal diffusion of carsharing membership in Québec City. Journal of Transport Geography Vol. 38, 2014, pp. 22-37. (ISSN: 0966-6923)
- [14] Chaefers, T.: Exploring carsharing usage motives: A hierarchical means-end chain analysis. Transportation Research Part A: Policy and Practice Vol. 47, 2012, pp. 69-77. (ISSN: 0965-8564)
- [15] Scarpellini, S. – Valero, A. – Llera, E. – Aranda, A.: Multicriteria analysis for the assessment of energy innovations in the transport sector. Energy Vol. 57, 2013, pp. 160-168. (ISSN: 0360-5442)
- [16] Mándoki, P.: A közforgalmú közlekedési rendszereket értékelő módszerek. Városi Közlekedés Vol. 43, No. 4, 2003, pp. 189-194. (ISSN 0133-0314)
- [17] Európai Bizottság: Az EU Strukturális Alapjai által finanszírozott programok értékelésének módszertana. MEANS füzetek, 1999, 144 p.
- [18] Tudela, A. – Akiki, N. – Cisternas, R.: Comparing the output of cost-benefit and multicriteria analysis. An application to urban transport investment. Transportation Research Part A Vol. 40, No. 5, 2006, pp. 414-423. (ISSN: 0965-8564)
- [19] Awasthi, A. – Chauhan, S.: Using AHP and Dempster-Shafer theory for evaluation sustainable transport solutions. Environmental Modelling and Software Vol. 26, No. 6, 2011, pp. 787-796. (ISSN: 1364-8152)
- [20] Yedla, S. – Shrestha, M.: Multi-criteria approach for the selection of alternative options for environmentally sustainable transport system in Delhi. Transportation Research Part A Vol. 37, No. 8, 2003, pp. 717-729. (ISSN: 0965-8564)
- [21] Costain, C. – Ardron, C. – Habib, K. N.: Synopsis of users' behaviour of a carsharing program: A case study in Toronto. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 46, No. 3, 2012, pp. 421-434. (ISSN: 0965-8564)
- [22] Loose, W.: The State of European Car-sharing. Final Report D 2.4 Work Package 2. 2010, 198 p.



## A method for the analysis and assessment of the service quality of car sharing systems – Part I: Basic concepts

The goal of the car sharing service is to increase the time capacity utilization of vehicles, resulting in fewer vehicles and parking spaces, which are nevertheless sufficient for the same mobility needs. The basic conditions of the implementation and further development of this service are the exploration of quality parameters and their comparison with the users' expectations. Adapting the methods focusing on the quality-related questions of traditional public transport for road traffic has not happened yet. This is why a method analyzing the quality of the service has been developed. This compensated and multi criteria based method takes into account the qualities of the area and the characteristics of the population living there.



## Methode für die Analyse und Bewertung der Qualität von Carsharing-Systemen – Teil 1: Grundbegriffe

Die Carsharing-Services haben das Ziel, die Auslastung der Zeitkapazität der Fahrzeuge zu erhöhen, wodurch für die gleichen Mobilitätsbedürfnisse weniger Fahrzeuge und Parkplätze genügen. Die Bedingung für die Einleitung und Weiterentwicklung dieser Dienstleistung ist die Erforschung ihrer Qualitätskriterien und ihr Vergleich mit den Erwartungen der betroffenen Benutzer. Die Anpassung der Methoden für die Untersuchung der Qualität des traditionellen öffentlichen Verkehrs an das öffentliche Autofahren erfolgte bis jetzt noch nicht, es wurde deshalb eine Methode für die Analyse der Qualität der Dienstleistung entwickelt. Das dabei entstandene kompensierte Multikriterienverfahren berücksichtigt die Merkmale des gegebenen Verkehrsraums und die Eigenschaften der dort lebenden Bevölkerung.